ACTUAIRES 100% DATA SCIENCE BY Institut A

# Comment trouver la segmentation optimale sur un jeu de données de tarification ?

Groupe de Travail IA Impact du *machine learning*


**Ludovic POIRAUD**
Responsable du GT

Consultant Manager

Prim'Act

**Alexandre EBY**
Co Responsable du GT

Consultant Manager

galea

**Baptiste DIELTIENS**
Co Responsable du GT

Consultant Manager

SeaBird

**Ievgen SAVIN**
Participant du GT

Consultant Manager

LinkPact
Partners of the future

# Sommaire

ACTUAIRES 100% DATA SCIENCE BY Institut A

# Introduction

## Présentation du groupe de travail

### Présentation du contexte

- Fort développement du Machine Learning
- Quel est l'avenir de la mutualisation ?

### Présentation du groupe de travail

- « Comment trouver la segmentation optimale sur un jeu de données de tarification ? »
- Spécificités :
  - Travaux novateurs et techniques
  - Différents domaines variés : Machine Learning, optimisation informatique, dynamique de population …
  - Travaux très riches

# Introduction
## Objectifs

Les objectifs de ce groupe de travail sont multiples :

- Proposer une **approche novatrice de modélisation d'un marché concurrentiel**
- Proposer des **indicateurs pertinents** de comparaison de tarifs en fonction de la segmentation
- Conclure sur la **segmentation optimale** sur des exemples, et proposer des généralisations

# Construction d'une méthodologie de travail

## Résumé de la demarche

- **Question sous-jacente :** comment démontrer aux directions générales des organismes assureurs que l'hyper segmentation, indépendamment du surapprentissage, n'est pas toujours pertinente, ni bénéfique ?

- **Résumé de la démarche proposée :**
  1. **Choix des données**
  2. **Tarification à la prime pure et sélection du modèle**
  3. **Segmentation par quantile du modèle sélectionné**
  4. **Mise en concurrence « stochastique » des différentes segmentations**
  5. **Sélection des segmentations optimales au regard de différentes visions (rentabilité, part de marché)**

# Construction d'une méthodologie de travail

## Présentation des données utilisées et tarification

- **Le risque** : responsabilité civile automobile (à l'instar de plusieurs « pricing game »)
- **Les données :** données **MTPL2** contenant les caractéristiques et sinistres d'environ 700 000 polices d'assurance RC auto, observés sur 1 an
- **La tarification :** tarification à la **prime pure, par apprentissage statistique** ; les hyperparamètres sont déterminés par validation croisée pour éviter le surapprentissage
- **Les modèles implémentés** : modèles linéaires (GLM) coût x fréquence et « tweedie », modèles de bagging, modèles de boosting → une dizaine de modèles au total
- **Le modèle retenu :** regroupement de l'ensemble des modèles de tarification sous un **méta modèle par stacking**
- **In fine : 1 modèle optimisé, hyper segmenté** mais entrainé pour ne pas être en surapprentissage

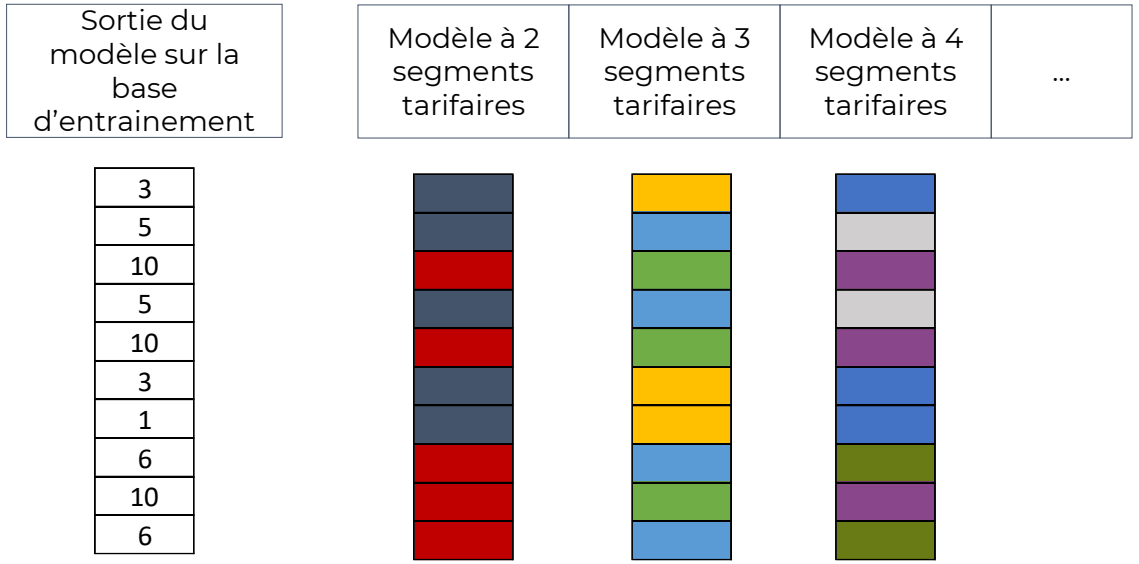
# Construction d'une méthodologie de travail

## Segmentation par quantile du modèle retenu

- **Principe** : regrouper les prédictions du modèle de tarification pour obtenir différentes grille de tarification à différents niveaux de segmentation
- **Objectif** : les différentes grilles tarifaires **ne se différencient que par leur niveau de segmentation**, l'effet « modèle » est ainsi gommé

- **Application** : sur la base de d'entrainement, segmentation par quantile en fonction de la valeur prédite pour obtenir un jeu de $n$ **modèles tarifaires plus ou moins segmentés** sur la base d'un unique modèle.

*Les sorties des modèles segmentés correspondent alors aux prédictions moyennes du modèle initial, par segment.*



# Construction d'une méthodologie de travail

## Modélisation d'un marché concurrentiel

**Concept général de la modélisation du marché concurrentiel simplifié** :

*Les acteurs*

- $n$ **assureurs** : avec chacun une des grilles tarifaires construites précédemment
- $m$ **individus à assurer** : les données de la base de test (n'ayant pas servi à la tarification)

*Les modélisations du comportement des acteurs*

- une **fonction de sélection** qui attribue à chaque individu l'assureur chez qui il décide de s'assurer (représente le **niveau de rationalité** de l'assuré)
- des fonctions qui définissent les **mouvements des acteurs dans une dynamique temporelle** (résiliations d'une année sur l'autre, augmentation tarifaires, …)

*La finalité*

- connaissant la sinistralité de la population et les tarifs assureurs à appliquer : simuler les **résultats, S/P, part de marché (PdM) et autres indicateurs** annuels de chaque assureurs selon leur population sous risque

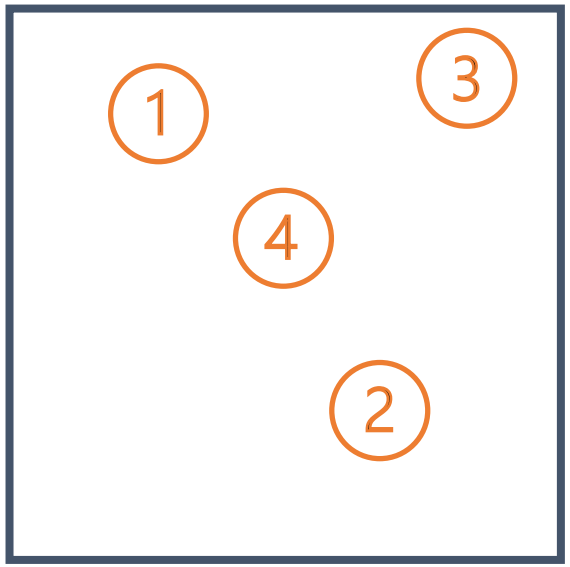
# Construction d'une méthodologie de travail

## Mise en concurrence « stochastique » - Exemple simple

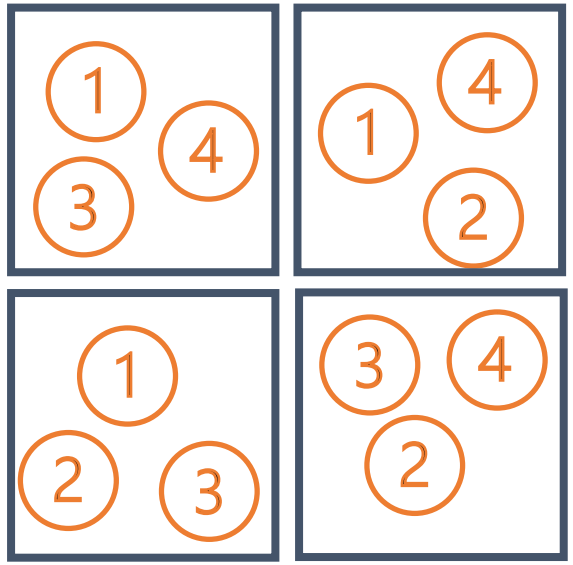
Considérons 4 assureurs avec 4 segmentations tarifaires différentes : 1 2 3 4

### Modélisation d'un marché concurrentiel unique

- Calcul d'indicateurs (résultat, PdM, S/P) associés à chaque assureur
- **Incovénient : aucune information sur la distribution de ces indicateurs (outre la distribution temporelle, limitée)**




### Simulation de multiples « sous marchés » concurrentiels




- Par dénombrement, il existe 4 scénarios mettant en concurrence 3 assureur ; chaque assureur intervient dans 3 scénarios
- Calcul des indicateurs associés à chaque assureur par scénario
- **Avantage : information sur la distribution des indicateurs par assureur (moyenne et volatilité notamment)**

# Construction d'une méthodologie de travail

## Mise en concurrence « stochastique »

- A plus grande échelle, en appliquant cette méthodologie et en considérant $n$ **organismes assureurs à comparer** et des **sous marchés de $p$ assureurs en concurrence :**
  - il existe $\binom{n}{p}$ scénarios de sous marchés (soit 16M avec $n = 50$ et $p = 6$, par exemple)
  - et chaque assureur apparait dans $\binom{n-1}{p-1}$ scénarios (soit 2M avec $n = 50$ et $p = 6$)

- **Choix de la segmentation optimale** : peut être fait selon différentes visions/métriques (S/P, part de marché) en sélectionnant la segmentation qui permet :
  - d'**optimiser la moyenne $\mu$** : minimiser le S/P moyen ou maximiser la PdM moyenne
  - de **minimiser la volatilité $\sigma$**, qui représente la composante « risque »
  - on peut s'intéresser aux ratios suivants, à maximiser :

$$ratio_i^{SP} = \frac{\mu_{k_{SP}} - \mu_i}{\sigma_i} \qquad ratio_i^{PdM} = \frac{\mu_i - \mu_{k_{PdM}}}{\sigma_i}$$

avec $k_{SP}$ tel que $\mu_{k_{SP}} = \max_j \mu_j$ Avec $k_{PdM}$ tel que $\mu_{k_{PdM}} = \min_j \mu_j$

# Construction d'une méthodologie de travail

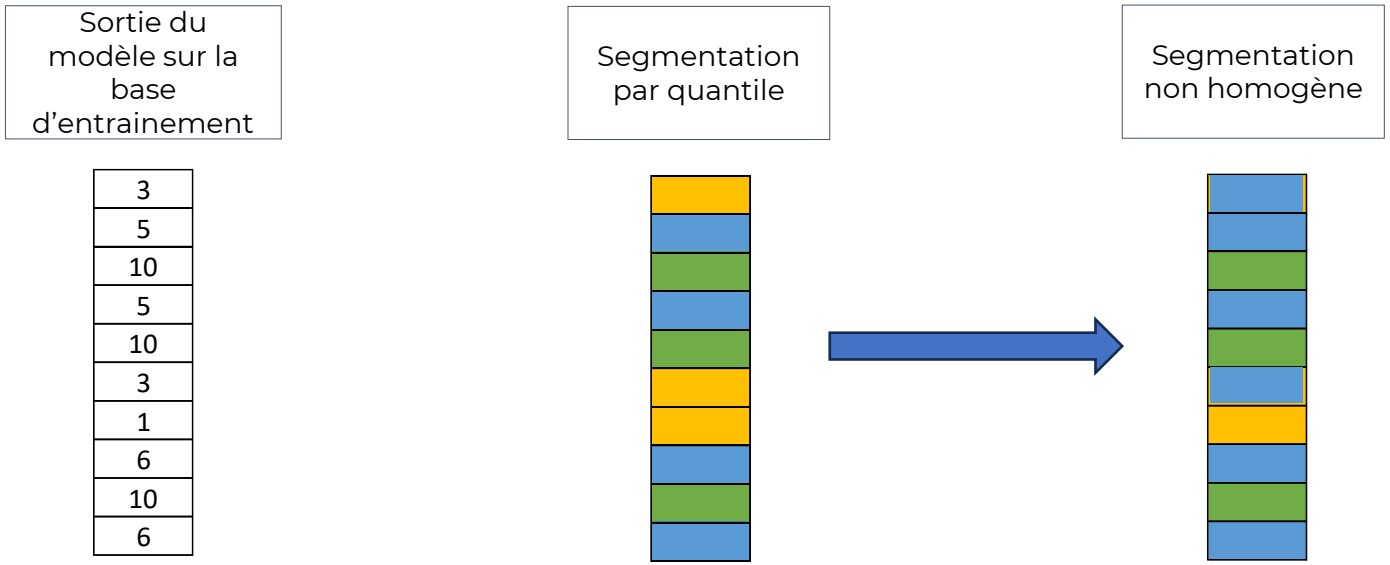
## Modélisation du niveau de rationalité des assurés

- **Question sous-jacente** : comment l'assuré choisit-il l'assureur **étant donné l'information dont il dispose** ?
- **Différentes hypothèses** :
  - **« Rationalité parfaite »** : sélection du tarif minimum parmi tous les choix proposés
  - **« Rationalité imparfaite »** : sélection aléatoire parmi les $n$ tarifs les moins chers
  - **« Information incomplète »** : sélection du tarif minimum parmi $n$ tarifs tirés aléatoirement
  - **« Effet moutonnier »** : sélection du tarif en fonction de la part de marché de l'assureur
- Possibilité de **combiner** plusieurs de ces hypothèses :
  - Pour créer de nouvelles fonctions de sélection
  - Au sein de la population : chaque assuré a une fonction de sélection différente

# Construction d'une méthodologie de travail

## Alternatives à la segmentation par quantile

- **Regroupements tarifaires non homogènes** :




- **Création de modèles différents pour chaque assureur** :
  - Se rapproche d'une vision réelle (chaque assureur à son propre modèle)
  - Mais les résultats ne portent plus uniquement sur la segmentation

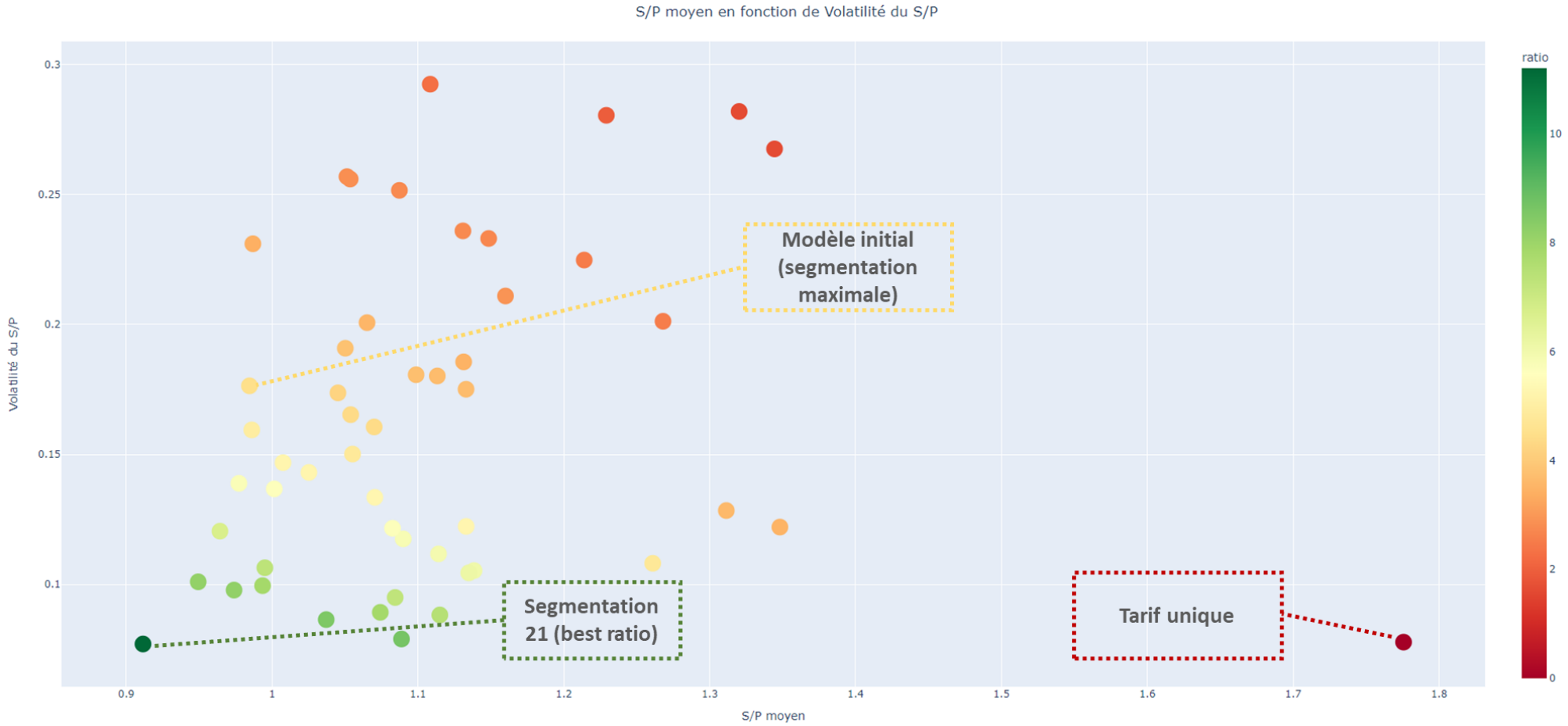
# Construction d'une méthodologie de travail

## Intégration d'une dynamique temporelle

- **Objectif** : intégrer une **dynamique temporelle** au marché concurrentiel pour évaluer la **stabilité** des indicateurs
- **Principe :** l'assureur revoit son tarif et l'assuré reste chez le même assureur avec un certain **taux de maintien**
- Ce taux de maintien dépend de :
  - L'évolution des **tarifs** de l'**assureur**
  - L'évolution des **tarifs** de la **concurrence**
  - L'évolution des **parts de marché**
  - Du nombre de d'années d'**ancienneté** (fidélité)
  - De l'intégration de **remises commerciales**
- Ici aussi, possibilité de combiner différentes composantes

# Présentation des premiers résultats

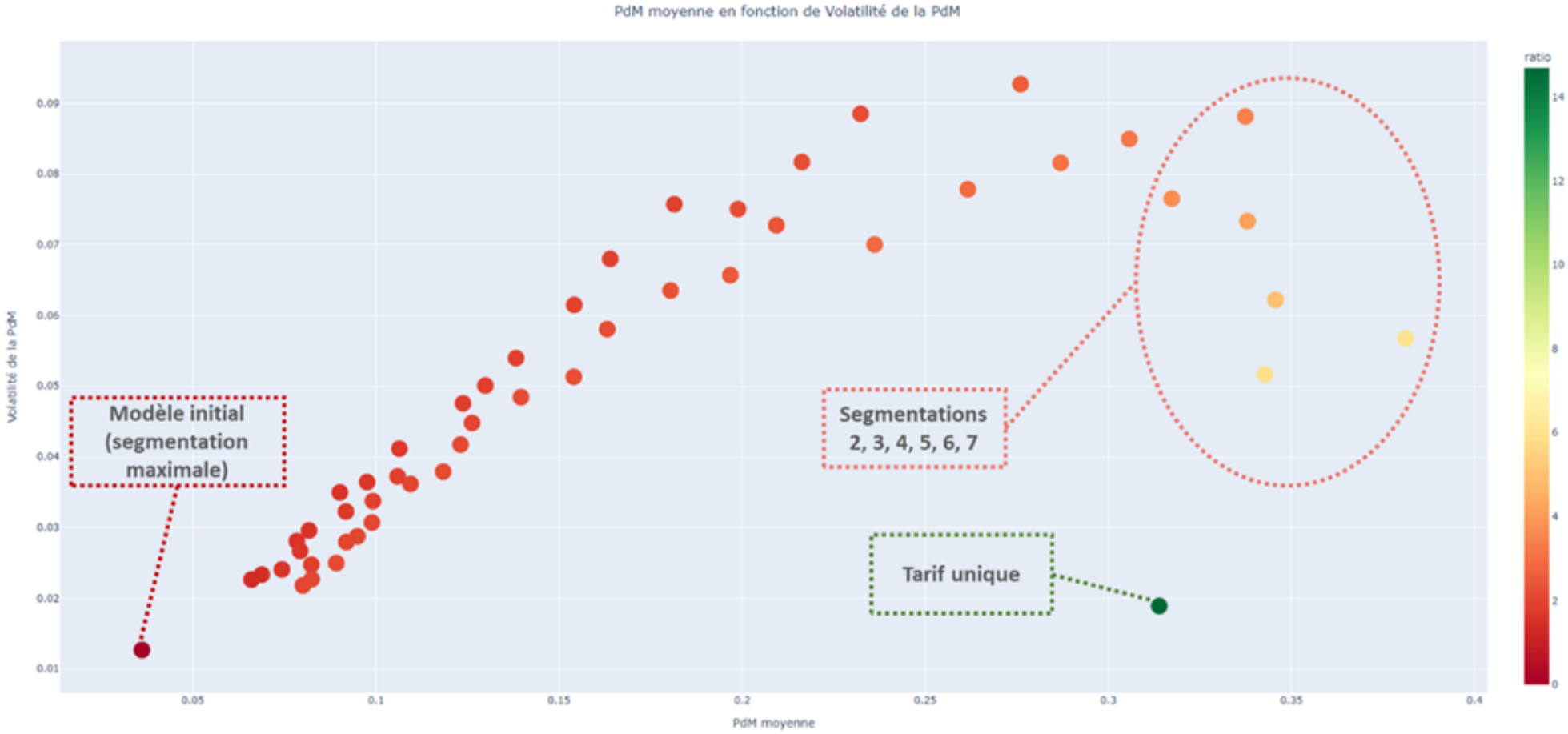
## Etude du critère S/P – Rationalité maximale




- **50 niveaux de segmentation**
- **6 assureurs par sous marché**
- **1 500 scénarios par assureurs**
- **Modélisation d'une année de concurrence uniquement**
- **Niveau de rationalité maximal**

# Présentation des premiers résultats

## Etude du critère PdM – Rationalité maximale




- **50 niveaux de segmentation**
- **6 assureurs par sous marché**
- **1 500 scénarios par assureurs**
- **Modélisation d'une année de concurrence uniquement**
- **Niveau de rationalité maximal**

# Présentation des premiers résultats

## Sensibilité à taille des sous marchés

### Objectif :

- Etudier la sensibilité des résultats par rapport aux nombres de concurrents dans les sous-marchés aléatoires générés

### Paramètres :

- Assureurs par sous marché : de 4 à 7;
- 50 niveaux de segmentation ;
- 1 500 scénarios par assureurs ;
- Modélisation d'une année de concurrence uniquement ;
- Niveau de rationalité maximal ;

| Nombre de concurrents par sous-marché | Top 1 | | | Top 2 | | | Top 3 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Modèle | S/P | Part de marché | Modèle | S/P | Part de marché | Modèle | S/P | Part de marché |
| 4 | 21 | 0,923 | 25% | 25 | 0,925 | 23,80% | 22 | 0,958 | 25% |
| 5 | 25 | 0,902 | 18,10% | 21 | 0,904 | 19,60% | 22 | 0,944 | 19,30% |
| 6 | 25 | 0,888 | 14,10% | 21 | 0,897 | 16,10% | 22 | 0,933 | 15,60% |
| 7 | 25 | 0,876 | 11,80% | 21 | 0,891 | 13,40% | 22 | 0,93 | 12,80% |

# Présentation des premiers résultats

## Sensibilité à la rationalité – plusieurs approches

### Objectif :

- Etudier la sensibilité des résultats par rapport aux différents comportements des assurés.

### Les fonctions de rationalité :

- **« Information incomplète »** : Choix du tarif minimal parmi les ***n*** tarifs tirés aléatoirement.
- **« Rationalité imparfaite »** : Choix aléatoire du tarif parmi les ***n*** tarifs minimaux.
- Choix du tarif minimal avec une probabilité ***p***.
- Passage au tarif minimal si l'écart par rapport au tarif actuel est supérieur à un seuil de tolérance ***t***.

### Paramètres :

- 6 assureurs par sous marché ;
- 50 niveaux de segmentation ;
- 1 500 scénarios par assureurs ;
- Modélisation d'une année de concurrence uniquement ;
- Les diverses ***fonctions*** de ***rationalité***.

# Présentation des premiers résultats

## Sensibilité à la segmentation

| Fonction de rationalité | Paramètres | Top 1 Modèle | | | Moyenne 5 top modèles | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Modèle | S/P | Part de marché | Modèle | S/P | Part de marché |
| Rationalité maximale | - | 21 | 0,896 | 16,3% | 19,2 | 0,958 | 18,3% |
| Choix du tarif minimal parmi les *n* tarifs tirés aléatoirement | 3 | 25 | 0,945 | 32,8% | 31,6 | 0,974 | 31,6% |
| | 4 | 21 | 0,924 | 25,3% | 27,4 | 0,956 | 23,4% |
| Choix aléatoire du tarif parmi les *n* tarifs minimaux | 3 | 49 | 0,969 | 17,5% | 36,0 | 0,972 | 17,5% |
| | 4 | 49 | 0,969 | 18,6% | 45,2 | 0,977 | 19,0% |

# Conclusion

## Eléments de conclusion

- Ces travaux ont permis de montrer que l'hypersegmentation ne semble pas optimale pour les deux indicateurs étudiés (S/P et Part de marché).

- Selon le critère d'intérêt, les premiers résultats indiquent une "zone d'optimalité".

- Toutefois, caractériser le nombre optimal de segments n'est pas évident et dépendra du critère à optimiser ainsi que de la fonction de rationalité ainsi que de la performance du modèle initial.

# Conclusion

## Piste de réflexion

**Prochaines étapes :**

- Renforcer l'indépendance des modèles
  - Limiter la concurrence de modèles proches
  - Prise en compte de quantiles pour la distinction des segments
- Améliorer la dynamique de population
  - Prise en compte de comportement plus complexe mais plus naturelle
  - Prise en compte de différents groupes de population avec des comportements différentiés
  - Réalisation d'une analyse sur plusieurs années (comportement temporel)
- Réflexion autour de la généralisation de notre approche
- Réflexion autour de l'aléa moral à la sur-segmentation